

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002246052 A**

(43) Date of publication of application: **30.08.02**

(51) Int. Cl. **H01M 8/04**

(21) Application number: **2001044192**

(22) Date of filing: **20.02.01**

(71) Applicant: **EQUOS RESEARCH CO LTD**

(72) Inventor:  
**KOBAYASHI KOJI**  
**KATO KENJI**  
**UENO MASATAKA**

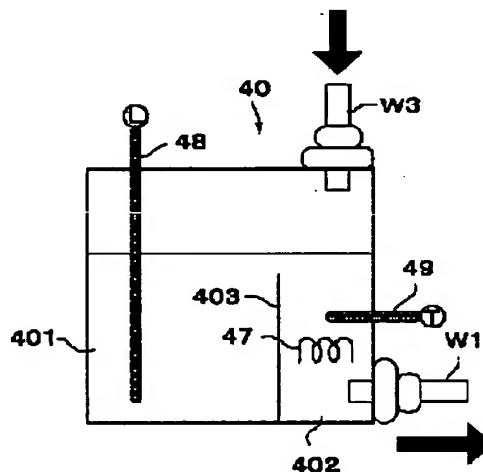
**(54) FUEL CELL DEVICE AND STARTING METHOD THEREFOR**

**(57) Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To quickly and stably start a fuel cell device by supplying heating liquid water to a fuel cell, when temperature is low, particularly even if it is below zero degree Centigrade.

**SOLUTION:** This fuel cell device is provided with a water supply means for passing cooling water, in an oxygen pole passage of the fuel cell as a heat medium in a liquid condition and a circulation system for cooling water, including a water tank 40 recovering and storing cooling water. The water tank consists of a main tank 401 and a tank 402 for freezing, having smaller capacity than that of the main tank, and a heating means 47 is arranged in the tank for freezing. Since the fuel cell is heated in a liquid condition and heating of small capacity water or keeping it warm is sufficient, when the temperature is low, quick start can be realized.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A starting method of a fuel cell device making an oxygen pole passage of a fuel cell electrode carry out conduction of the water beforehand maintained at a state where it does not freeze in advance of supply of hydrogen fuel at the time of starting of a fuel cell device in freezing point atmosphere.

[Claim 2]A starting method of the fuel cell device according to claim 1 maintained by storage to a heat insulation container in which temperature control of a state of said water where it does not freeze is possible.

[Claim 3]An oxygen pole passage which faced a gas diffusion layer of said oxygen pole in a fuel cell device provided with an oxygen pole and a fuel electrode, A liquid supply means which supplies a heat transfer medium to the downstream in the liquefied state from the upstream of oxygen supply of this oxygen pole passage, A fuel cell device provided with a heating method which heats a liquid which this liquid supply means supplies, a judging means which judges existence of the necessity for heating of said fuel cell, and a heating control means which heats a liquid by said heating method when the necessity for heating is judged by this judging means.

[Claim 4]In a fuel cell device which equipped an oxygen pole passage of a fuel cell cell with the circulatory system of cooling water containing a water supplying means which passes cooling water in the state of a liquid, and a water tank which collects and stores said cooling water and with which a heating method was provided in said water tank, A fuel cell device, wherein said water tank comprised a tank for freezing of small capacity from a main tank and this main tank and said heating method has been arranged on this tank for freezing.

[Claim 5]The fuel cell device according to claim 4 with which said tank for freezing was separated from a main tank by partition which divides inside of a water tank.

[Claim 6]The fuel cell device according to claim 4 or 5 which comprises a tank which carried out mutually-independent [ of said main tank and the tank for freezing ].

[Claim 7]The fuel cell device according to claim 6 with which said tank for freezing was made into a thermal protection structure.

[Claim 8]A fuel cell device of Claims 4-7 given in any 1 clause with which said tank for freezing has been arranged downstream from said main tank.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]Especially this invention relates to the supply technology of the cooling water in the fuel cell which takes the form which water-cools the oxygen pole side directly about a fuel cell device and a starting method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art]There is a thing using a polymer solid-electrolyte membrane as one form of a fuel cell. In the fuel cell of such a form, a polymer solid-electrolyte membrane is pinched between the fuel electrode and oxygen pole which constitute an electrode, and the reaction layer which includes a catalyst between an oxygen pole and an electrolyte membrane intervenes. In a fuel cell, the fuel gas represented with hydrogen at the fuel electrode side, and the oxidizing gas represented with air at the oxygen pole side by supplying, respectively. The hydrogen ion obtained by the fuel electrode side moves the inside of the electrolyte membrane having contained moisture to the oxygen pole side, the electron obtained by the fuel electrode side moves to the oxygen pole side through external load, and the electromotive force over external load is acquired by advance of electrochemical reaction which reacts to oxygen in oxidizing gas and generates water.

[0003]In order that the heat generated in the oxygen pole side may evaporate moisture and may dull movement of a hydrogen ion on the occasion of such a reaction, it is important for cooling the oxygen pole side efficiently heightening the electric generating capacity of a fuel cell. From this, conventionally, the slot for cooling is provided in a fuel cell separator, this slot is connected to the circuit of cooling water, and there is technology which cools a fuel cell cell with the cooling water which flows through a slot. However, if such cooling construction is taken, enlargement of equipment will not be avoided from leading about of piping of a cooling system, etc. Then, an applicant is putting on the flow of a supply air and supplying cooling water to the oxygen pole side of a fuel cell cell, and has proposed the technology which loses the water supply piping in the case which accommodates a battery cell, and miniaturizes equipment in JP,H11-317236,A. In this technology, the cell of composition of having pinched the electrolyte membrane with the oxygen pole and the fuel electrode was made into the piled-up stack, and the composition which makes the air sent to the slot which passes along this cell stack from a blower fan mix water, and is supplied is taken.

[0004]

[Problem to be solved by the invention]By the way, at the time of the low temperature starting of a fuel cell device, we are anxious about freezing the cooling water supplied as mentioned above because it remains into a cell stack portion, delaying start up of a fuel cell, or becoming the hindrance of start up. At the time of low temperature, in order to raise cell temperature promptly since an output becomes low until cell temperature rises since the power efficiency of a fuel cell cell is bad, heating which uses the warmed cooling water as a heat transfer medium is effective. When conventional technology is seen from the field of the quick start up at the time of such low temperature, there are some which heat and circulate cooling water in a tank, but warming a lot of whole cooling water by this form takes time, and the \*\*\*\* electric power which

heating of water takes also increases. We are anxious about early circulation being barred by freezing of the circuit of this side which reaches a cell. Although the example using an antifreeze solution is also in cooling water, cooling water cannot be used for the rising means of cell temperature in this case. Although there are some which take the form which mixes the steam which heated and obtained water as another example to the air to supply, and is supplied to a fuel cell, since the density of a refrigerant, specific heat, and thermal conductivity are low compared with liquid water supply, rapid heating is not expectable in this case.

[0005] Then, an object [ with supply of heating liquid water to a fuel cell ] also especially in the freezing point of this invention is to enable stabilized starting whose fuel cell device was quick at the time of low temperature.

[0006]

[Means for solving problem] The aforementioned purpose is attained in advance of supply of hydrogen fuel by a method to which an oxygen pole passage of a fuel cell electrode is made to carry out conduction of the water beforehand maintained at a state where it does not freeze at the time of starting of a fuel cell device in freezing point atmosphere.

[0007] As for a state of water where it does not freeze, in an aforementioned method, it is effective to be maintained by storage to a heat insulation container in which temperature control is possible.

[0008] In a fuel cell device with which the aforementioned purpose was provided with an oxygen pole and a fuel electrode, An oxygen pole passage facing a gas diffusion layer of said oxygen pole, and a liquid supply means which supplies a heat transfer medium to the downstream in the liquefied state from the upstream of oxygen supply of this oxygen pole passage, It is attained by composition provided with a heating method which heats a liquid which this liquid supply means supplies, a judging means which judges existence of the necessity for heating of said fuel cell, and a heating control means which heats a liquid by said heating method when the necessity for heating is judged by this judging means.

[0009] As more concrete composition for the aforementioned purpose achievement, In a fuel cell device which equipped an oxygen pole passage of a fuel cell cell with the circulatory system of cooling water containing a water supplying means which passes cooling water in the state of a liquid, and a water tank which collects and stores said cooling water and with which a heating method was provided in said water tank, As for said water tank, it is effective to take composition which comprises a tank for freezing of small capacity and by which said heating method has been arranged on this tank for freezing from a main tank and this main tank.

[0010] In the aforementioned composition, a tank for freezing can be considered as a main tank and separated composition by the partition which divides inside of a water tank.

[0011] Or as for a main tank and a tank for freezing, in the aforementioned composition, it is also effective to constitute from a tank which carried out mutually-independent.

[0012] In the aforementioned composition, if a tank for freezing is made into a thermal protection structure, it is still more effective.

[0013] As for a tank for freezing, in said one of composition, it is also effective to take composition arranged downstream from a main tank.

[0014]

[Function and Effect of the Invention] In said composition according to claim 1, by supply of direct unfrozen water to the oxygen pole where water is usually sometimes supplied, since an electrode can be promptly warmed with the heat transfer from liquefied water with big calorific capacity, starting in the freezing point atmosphere of a fuel cell device can be quickened.

[0015] Since the temperature fall of water will be prevented by the adiathermancy of a container if it has the composition according to claim 2, energy expenditure, such as power consumption for container internal temperature degree control, can be held down.

[0016] Next, in the composition according to claim 3, heating the heat transfer medium supplied to the oxygen pole passage of a fuel cell in the state of a liquid according to the existence of the necessity for heating of a fuel cell can maintain the temperature conditions of a fuel cell at the always optimal state. Therefore, by supply by the liquid state to the oxygen pole passage of the heat transfer medium heated also at the time of low temperature, with the heat transfer from the

shape of liquid with big calorific capacity, since an electrode can be warmed promptly, starting of a fuel cell device can be quickened.

[0017]Next, in the composition according to claim 4, by supply of direct unfrozen water to the oxygen pole passage of a fuel cell cell, since an electrode can be promptly warmed with the heat transfer from liquefied water with big calorific capacity, starting of a fuel cell device can be quickened. And since it is sufficient to heat a small amount of water to the amount of water of the whole water tank, starting can be combined with speeding up and energy expenditure for heating can be lessened.

[0018]If it has the composition according to claim 5, since it is not necessary to increase the capacity of the whole tank, shortening the time which heating of cooling water takes, enlargement of equipment can be prevented.

[0019]Since it moreover is not necessary to become employable [ the insulation structure of only this tank ] and to make it increase especially as capacity of the whole water tank by making the tank for freezing into another structure if it has the composition according to claim 6, enlargement of equipment is also avoidable.

[0020]since [ and ] cooking time will become unnecessary since the cooling water for heating is kept warm or it will be shortened, if it has the composition according to claim 7 -- starting of a fuel cell device -- it becomes much more reducible [ speeding up and energy expenditure ].

[0021]Since it will switch to supply of cooling water naturally after supply of warm water by the physical relationship between tanks if it has the composition according to claim 8, the change control to operation is usually simplified from starting operation.

[0022]

[Mode for carrying out the invention]Hereafter, the embodiment of this invention is described with reference to Drawings. Drawing 1 shows the system configuration of the fuel cell device concerning one embodiment of this invention. This equipment The fuel cell cell stack (in explanation of an embodiment, it is written as a cell stack) 1, It comprises the water supply system 4 which mainly supplies the water for cooling to each part of the fuel supply system 2 which supplies hydrogen as fuel to the cell stack 1, the air supply system 3 which similarly supplies the air as oxidizing gas to the cell stack 1, and the system containing the cell stack 1.

[0023]The cell stack 1 is constituted as a stack which carried out the lamination set of much cell modules. Each cell modules are considered as the composition which pinched further what pinched the solid polymer electrolyte 11 in the fuel electrode 12 and the oxygen pole 13 with the separators 14 and 15 of carbon black at drawing 2, as a type section shows. In the side which faces the fuel electrode 12 of the separator 14. The hole 14a which penetrates a separator to the thickness direction is made into induction, the hydrogen gas introduction groove 14b of a large number prolonged in the direction which is connected and intersects it is formed, and the air introducing groove 15a of a large number which make the edge of a separator induction is formed in the side which faces the oxygen pole 13 of the separator 15. Each tabular cell modules which consist of such composition turn the air introducing groove 15a to a sliding direction, divide it into two or more blocks with the form which the board thickness direction was made to laminate where a board is stood, and accommodation arrangement is carried out into the case as the seat part. [ many ] And the induction by the side of the fuel electrode 12 used as the hole which continues by lamination is opened for free passage by the fuel supply line H in which the fuel supply system 2 shown in drawing 1 carries out a postscript, and the induction by the side of the oxygen pole 13 is wide opened in a case as an oxygen pole passage, and is connected with the air feed A.

[0024]The element 18 shown in drawing 1 by the cable addresses V and v shows a voltage sensor and a module-voltages sensor, and the connecting relation of the voltage sensor in said each block and a module-voltages sensor is made as [ show / in drawing 3 ]. That is, voltage sensor V is connected to the fuel electrode and oxygen pole of cell modules of block 10 both ends that the electromotive voltage of the whole cell modules by which series connection was made every block 10 should be detected. The module-voltages sensor v is connected to the fuel electrode and oxygen pole of both ends of each unit unit that the electromotive voltage of the unit unit which makes two or more cell modules 1 set should be detected.

[0025]The hydrogen pressure regulating valve 21 which adjusts the supply pressure to the cell stack 1 in the middle of the fuel supply line H which the fuel supply system 2 is constituted considering the hydrogen storing metal alloy to which occlusion of the hydrogen as fuel is carried out as the stores dept. 20, and connects this stores dept. 20 and the cell stack 1, The hydrogen supply electromagnetic valve 22 which controls supply interception is inserted in series. In this fuel supply line H, the supply route (not shown) which supplies hydrogen is further connected to the hydrogen storing metal alloy separately. The element 23 shown in a figure by the cable address P is a hydrogen original pressure sensor which measures the hydrogen original pressure added to the gas pressure 1, i.e., the cell stack, after pressure regulation by the hydrogen pressure regulating valve 21. In relation to this fuel supply system 2, the hydrogen exhaust path E for extracting hydrogen if needed is established in the cell stack 1, and the hydrogen solenoid valve for air releasing 27 for exhaust path opening and closing and the hydrogen exhaust air check valve 28 which prevents the sink of the open air are inserted in that middle. This hydrogen solenoid valve for air releasing 27 is formed that the gas which made drive intermittently and was detoxicated should be discharged, and for this detoxication in the exhaust path E, The catalytic combustion device which is not illustrated as a combustion means is allotted, and the composition to which catalyzed combustion of the hydrogen discharged from the cell stack 1 and the air introduced from the outside is carried out is taken.

[0026]The air supply system 3 is considered as composition provided with the introducing path A which has arranged the air supply fan 32 which sends the open air into the cell stack 1 through the air manifold 33, It goes into the water condenser 60 through the duct which the air after cell stack 1 passage does not illustrate, and also is considered as the course emitted to the open air through the exhaust duct which is not illustrated. The element 19 shown in a figure by the cable address T is an exhaust temperature sensor which detects the temperature of the air after cell stack 1 passage.

[0027]The water which the water supply system 4 supplied the water sent out by the water ejector 41 from this water tank 40 centering on the water tank 40 to the air manifold 33 by the water injection nozzle 42, and was collected and generated by the cell stack 1, It comprises a circuit which returns directly the water produced by condensation with the water condenser 60 to the water tank 40. In the middle of the waterway W from the water ejector 41 which constitutes the supply side of a circuit to the water injection nozzle 42, the direct injection water solenoid valve which adjusts the injection quantity and which is not illustrated, and the filter for preventing \*\*\*\* of the nozzle 42 are inserted. The recovery side of a circuit comprises a waterway which returns from the cell stack 1 to the water tank 40 and which is not illustrated, and a waterway which returns from the water condenser 60 to the water tank 40 through the electromagnetic valve 43. Although a graphic display is omitted, the supply opening and water supply solenoid valve for supplying water to the water tank 40 are allocated separately.

[0028]The power range system 5 of the fuel cell device comprises a lead connected with the motor 53 through the relay 51 and the diode 52 from the cell stack 1. In this system, as a driving source of incidental facilities, such as a heat transfer heater in which the air supply fan 32 of a fuel cell device, the fan of the water condenser 60, the water ejector 41, and the water tank 40 carry out a postscript, and various electromagnetic valves, For the motor 53 driving-source reservation at the time of fuel cell device failure, the rechargeable battery 54 which consists of storage batteries is formed, and the rechargeable battery 54 is inserted between an output conductor and a ground, and is connected in parallel to the fuel cell.

[0029]At the fuel cell system which consists of such composition, occlusion of hydrogen to a hydrogen storing metal alloy is performed by supply of hydrogen gas through said supply route which is not illustrated. Supply of the water to the water supply system 4 is performed by supplying water to the water tank 40 from the supply route which similarly is not illustrated. And in the usual power generation state, the hydrogen supply electromagnetic valve 22 is opened, while supplying the hydrogen which carried out occlusion to the hydrogen storing metal alloy under pressure regulation by the hydrogen pressure regulating valve 21 to the cell stack 1, the air supply fan 32 is started and operation of sending air into the cell stack 1 by air manifold 33 course is performed. By this power generation state, cooling of the cell stack 1 is performed by

continuation or operating the water direct injection pump 41 of the water supply system 4 intermittently, and making water inject in the air manifold 33 from the water injection nozzle 42 if needed.

[0030]The water of air and a steam state which was sent into the cell stack 1 as mentioned above, and was heated by the cell stack 1, After escaping from that, it is led to the water condenser 60, and is divided into the air and the water of condensation of a dry state, the air of a dry state is emitted to the open air, and the water of condensation returns to the water tank 40 through the electromagnetic valve 43 of a release position. The water which escaped from the cell stack 1 while it had been liquefied returns to the water tank 40 directly.

[0031]Drawing 4 models and shows the structure of the water tank portion of said fuel cell device. The water tank 40 is provided with the following.

The direct injection water tank 401 which constitutes a main tank.

The tank 402 for freezing which controls the circulating water temperature at the time of low temperature.

The tank 402 for freezing is made into small capacity from the direct injection water tank 401, and the electrical heater 47 is arranged as a heating method which controls circulating water temperature to the inside. In this form, the tank 402 for freezing is separated from the direct injection water tank 401 by the partition 403 of the shape of a weir which divides the inside of the water tank 40. and pass the electromagnetic valve 43 (refer to drawing 1) in the water condenser 60 in the upper part of the water tank 40 -- the exit of return pipe W3 of the connected cooling water carries out an opening, and the entrance of the feed pipe W1 caudad connected with the pump 41 from the electrical heater 47 of the tank 402 for freezing is carrying out the opening. The water level sensor 48 which detects the water level in the water tank 40 is arranged at the direct injection water tank 401 side, and the temperature sensor 49 as a judging means of the existence of the necessity for heating which supervises water temperature is arranged at the tank 402 side for freezing.

[0032]Next, the start control of the fuel cell device which consists of such composition is explained. First, drawing 5 shows a motive main flow. Since this flow assumes mounted equipment, the Keown operation of the vehicles of Step S1 shall begin, and it is having hydrogen supply control hereafter performed at the time of the start-up space-time mind of Step S2, water supply control, hydrogen pressure judging control of Step S3, and start up of step S4.

[0033]Drawing 6 shown below shows the contents of the start-up space-time mind of Step S2, and water supply control in detail. By this control, it is the temperature sensor 49 (refer to drawing 4.) at the original step S21. About each element, the circulating water temperature in a tank is judged based on the information on drawing 1 and refer to drawing 4 like the following. The reference value in this judgment is set to 0 degreeC, and when exceeding this temperature standard, it performs the usual start control after Step S24. When this judgment is abortive, the pipe heater 47 in the tank for freezing is considered as one by Step S22, heating of cooling water is started, and circulating water temperature is supervised by the following step S23. These two steps constitute the heating control means in this invention. The criterion value in this case is set to 3 degreeC, for example. In this way, heating of cooling water is continued and the air supply to the cell stack 1 is started by one of the air supply fan 32 by Step S24 in the place where judgment was materialized. The following step S25 is for suspending operation, when the water level in the water tank supervised with the water level sensor 48 falls. Let the reference value of this judgment be a water level over 10% of amount of water of maximum capacity, for example.

[0034]Next, a direct injection water pump is considered as one by Step S26 on condition of formation of the water level judgment by the aforementioned step S25, and water is injected from the nozzle 42 in the flow of the air supply to the cell stack 1 by previous Step S24. In this way, an exhaust-gas temperature is supervised for the cell stack 1 based on the detection temperature of the exhaust temperature sensor 19 by the following step S27 with slight warmth. The criterion value in this case is set to 0 degreeC, for example. Processing which makes the heater in the tank for freezing off by Step S28 is performed in order to switch the role of cooling water to the refrigerant of cooling from the heat transfer medium of warming, and subsequently



Step S29 is made to also halt supply of cooling water by setting a pump to OFF in the place where temperature judgment of Step S27 was materialized. This processing is a thing of sufficient amount of water, for example, the main point which supplies about 100 cc, to wet an electrode warming and briefly.

[0035] In the place where the temperature conditions of the cell stack 1 were ready by the aforementioned control, hydrogen pressure judging control is performed next. This control shown in drawing 7 is a thing of main point which avoids the accident by failure of a system. In the original step S31 of hydrogen pressure judging control, processing which opens the hydrogen exhaust valve 27 for the hydrogen supply valve 22 by Step S32 to a predetermined time difference and within a time [ its ], and supplies hydrogen to the cell stack 1 is performed. This processing is for purging the air which remains to the fuel supply line H with hydrogen gas. In this example, this time was set as 3 seconds and this time progress is judged at the following step S33. In this way, if time progress is checked, a hydrogen exhaust valve will be closed by Step S34, and it will be judged whether hydrogen original pressure is in a predetermined pressure range with the pressure which the hydrogen original pressure sensor 23 detects at Step S35. When hydrogen original pressure is below a specified value (20kps) in this judgment, gas may have leaked by the sealing failure etc., and since an electrolyte membrane may be destroyed by a pressure when it is beyond a specified value (90kps), operation is suspended. If judgment of said step S35 is materialized, the hydrogen supply valve 22 will once be closed by Step S36. It waits for progress of predetermined time (in this example, it is 10 seconds) by the following step S37 in this state. This processing is for measuring change of hydrogen pressure, while being sealed. After this time progress, hydrogen original pressure is judged with the pressure which a hydrogen original pressure sensor detects again by the following step S38. A judgment at this step is a judgment of whether original pressure is over predetermined pressure, and when this value has fallen, it can consider the possibility of leak by degradation of an electrolyte membrane besides the electrolysis reaction in cell modules. Then, operation is suspended also at the time of the failure of this judgment. In this way, after hydrogen pressure judging control finishes, it shifts to hydrogen supply control at the time of the next start up.

[0036] At the time of start up, by hydrogen supply control, as shown in drawing 8, Step S41 opens a hydrogen supply valve, and the timer for time progress surveillance is started at the following step S42. Subsequently, it is judged whether Step S43 opened the hydrogen exhaust valve 27, and also the first voltage condition was fulfilled by the following step S44.

[0037] Here, there is the meaning which performs first voltage conditional judgment of this step S44 in checking the state of a cell stack on the whole and in detail. In accordance with this meaning, it is considered as the first voltage condition formation by formation of all the following three conditions by this embodiment.

**\*\* The conditions of the voltage > prescribed potential above-mentioned \*\* of the voltage > prescribed potential \*\* unit units U2-U5 of the voltage > prescribed potential \*\* unit unit U1 of the cell stack 10 mean the whole monitor, \*\* means the monitor of a specific cell, and \*\* means the whole detailed monitor. Therefore, the unit unit in which hydrogen cannot spread easily is chosen especially as the unit unit U1 from the relation on the structure of a hydrogen supply way (piping and hydrogen gas introduction groove of a separator).**

[0038] When this judgment is materialized in regular order, it becomes a fuel-cell-power-generation start by steady operation. When judgment of Step S44 is abortive, it progresses to time progress judgment (1 second) of Step S45, the hydrogen exhaust valve 27 is shortly closed by Step S46, and Step S47 performs the same judgment as previous Step S44 in this state. If this judgment is materialized, it will become a fuel-cell-power-generation start by steady operation. When this judgment is abortive, judgment whether the first voltage condition was fulfilled to timer judgment formation of the following step S48 is repeated. While this judgment has been abortive, when it goes through predetermined time (2 seconds), it returns to previous Step S42, and subsequent steps are repeated below. In this way, operation is suspended, when the timer (it is 60 seconds in this example) of Step S42 passes as it does not shift to a fuel-cell-power-generation start by steady operation. This timer is sufficient time to purge the air in a hydrogen pipeline course, and is set up as time sufficient by rash judgment to prevent



mistaking abnormality judgement.

[0039]The flow shown in following drawing 9 shows the water supply flow at the time of steady operation. In this case, the necessity of heating of cooling water is distinguished sharply by fuel cell exhaust-gas-temperature judgment of the original step S51. The decision criterion in this case is also made into the temperature which exceeds 0 degreeC like the case of the point. Exhaust-gas-temperature judgment of Step S51 is abortive, and when you need heating of cooling water, it progresses to Step S53, the heater in a tank for freezing is considered as one, and it supervises the rise to the specified value of circulating water temperature by the following step S54. The decision criterion in this case is also made into the temperature which exceeds 3 degreeC like the case of the point. In this way, if a rise in heat is checked, it will shift to the 2nd fuel cell exhaust-gas-temperature judgment by Step S55.

[0040]On the other hand, when heating of cooling water becomes unnecessary by fuel cell exhaust-gas-temperature judgment of said step S51, the heater in a tank for freezing is made off at Step S52, and it progresses to the following step S55. In the 2nd fuel cell exhaust-gas-temperature judgment of Step S55, comparison with the specified value which defines the maximum of exhaust air is performed. Less than 50 degreeC carries out the value in this case, for example. When this judgment is formation, after progressing to Step S56 and considering a direct injection water pump as predetermined time one, processing considered as predetermined time OFF is performed. Predetermined time of one in this case is made into 3 seconds, for example, and predetermined time of OFF is made into 10 seconds. And under the conditions of judgment formation of said step S55, this processing is continued until stop signal input judgment of the following step S57 is materialized. When the 2nd fuel cell exhaust-gas-temperature judgment of said step S55 is abortive, Step S58 performs comparison with still higher upper limit temperature. Less than 70 degreeC carries out upper limit temperature in this case, for example. And when this judgment is formation, a direct injection water pump is considered as one by Step S59, and cooling water is changed into a continuous supply state. Under the conditions of the judgment failure of said step S55, and upper-limit-temperature judgment formation of Step S58, this processing is also continued until stop signal input judgment of the following step S60 is materialized. If stop signal input judgment is materialized, in said any case, a direct injection water pump will be made off by Step S61, and it will stop operation.

[0041]Synthetically so that said each flow may be known supply of cooling water, When an exhaust-gas temperature is below a freezing judgment value (0degreeC), By one of the heater for freezing, make circulating water temperature higher than prescribed temperature (3degreeC), and it is supplied, Cooling water is considered as intermittent supply, without heating in the temperature requirement of less than the 1st upper limit temperature (50degreeC) exceeding a freezing judgment value (0degreeC), In the range of less than the 2nd upper limit temperature (70degreeC), it is considered as continuous supply above the 1st upper limit temperature (50degreeC), and, in more than the 2nd upper limit temperature (70degreeC), control to suspend is performed.

[0042]In this way, according to a 1st embodiment, by supply of direct unfrozen water on the oxygen pole 13 surface of a fuel cell cell, since an electrode can be warmed promptly, starting of a fuel cell device can be quickened with the heat transfer from liquefied water with big calorific capacity. And since it is sufficient to heat a small amount of water to the amount of water of the water tank 40 whole, starting can be combined with speeding up and energy expenditure for heating can be lessened. Since it is not necessary to increase the capacity of the water tank 40 whole, shortening the time which heating of cooling water takes, enlargement of equipment can be prevented.

[0043]Next, drawing 10 shows a 2nd embodiment that changed the composition of the water tank portion. In this form, the tank 402 for freezing is thoroughly separated by the partition 403 of the shape of a septum to the direct injection water tank 401 in the water tank 40. And water level sensor 48' is added with this change from the necessity of measuring separately the water level in the tank 402 for freezing. Feed pipe W1' for exclusive use is provided in the tank 402 for freezing, and let this be connection relations which join the feed pipe W1. Although the supply route to the tank 402 for freezing is not shown in a figure, about this supply route. It is good also

as a supply route by connecting the tank 402 for freezing with the direct injection water tank 401 via the check valve which may provide the thing of tank 402 exclusive use for freezing, and permits only the inflow on the tank 402 for freezing from the direct injection water tank 401.

[0044]Next, drawing 11 shows a 3rd embodiment that changed the composition of the water tank portion further. The water tank 40 is constituted from this form by the direct injection water tank 401 and the tank 402 for freezing which become independent thoroughly. The tank 402 for freezing is made into thermal protection structures, such as a double wall which made thermal insulation intervene in the middle, and the shape of a thermos bottle which made wall Mabe the vacuum, in this form. The tank 402 for freezing is considered as the in-series arrangement which leads to the downstream to the direct injection water tank 401. Therefore, return pipe W3 is connected to the upper part of the direct injection water tank 401, the direct injection water tank 401 and the tank 402 for freezing are connected by the communication passage W4, and the lower part of the tank 402 for freezing is connected to the electromagnetic valve 42 (refer to drawing 1) with the feed pipe W1. The supply route W5 of the tank 402 for freezing is good also as what could provide the thing for exclusive use and branched from return pipe W3.

[0045]When taking water tank composition of such 2nd and 3rd embodiments, start-up space-time mind and water supply control are changed into a flow shown in drawing 12. In this case, since a direct injection water tank and a tank for freezing become independent and the necessity for heating is lost after water in a tank for freezing reaches prescribed temperature, processing of Step S28 in a 1st embodiment is put into processing of step S28'. Although processing of Step S27 in a 1st embodiment is good also as remaining as it is, it is a meaning which simplifies processing and is transposed to timer judgment of step S27'. Since it is the same as that of a case of said 1st embodiment about processing of the complementary, the same step number as an applicable step is attached, and it replaces with explanation.

[0046]Since it moreover is not necessary to become employable [ insulation structure of only this tank ] and to make it increase especially as capacity of the water tank 40 whole by making the tank 402 for freezing into another structure in this way according to these 2nd and 3rd embodiments, enlargement of equipment is also avoidable. and -- since cooling water for heating is kept warm when taking water tank structure of a 3rd embodiment especially, cooking time becomes unnecessary or is shortened -- starting of a fuel cell device -- it becomes much more reducible [ speeding up and energy expenditure ]. Since it will be in a supply state from the direct injection water tank 401 automatically when amount of water of the tank 402 for freezing is used up, change control to operation is usually simplified from starting operation.

[0047]As mentioned above, although this invention was explained in full detail with reference to the embodiment of form which makes a water tank collect and circulate through cooling water chiefly, based on the matter of a description, various changes are possible for this invention to Claims, without being limited to this form. For example, about the water for heating, it can also hold in the state where it does not circulate, as only for chill starting at a heat insulation container.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a system configuration figure of the fuel cell device concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is a type section figure showing the structure of each cell of a fuel cell device.

[Drawing 3]It is a mimetic diagram showing the cell stack of a fuel cell device, and the relation of electromotive force.

[Drawing 4]It is a type section figure showing the details of the water tank of a fuel cell device.

[Drawing 5]It is a flow chart which shows the main flow of fuel cell device starting.

[Drawing 6]It is a flow chart of start-up space-time mind and water supply control.

[Drawing 7]It is a flow chart of hydrogen pressure judging control at the time of start up.

[Drawing 8]It is a flow chart of hydrogen supply control at the time of start up.

[Drawing 9]It is a flow chart of water supply control at the time of steady operation.

[Drawing 10]It is a type section figure showing the details of the water tank of the fuel cell device concerning a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 11]It is a type section figure showing the details of the water tank of the fuel cell device concerning a 3rd embodiment of this invention.

[Drawing 12]It is a flow chart of the start-up space-time mind in a 2nd embodiment and a 3rd embodiment, and water supply control.

[Explanations of letters or numerals]

1 Cell stack (fuel cell cell)

4 Water supplying means

12 Fuel electrode

13 Oxygen pole

15a Air introducing groove (oxygen pole passage)

40 Water tank

47 Pipe heater (heating method)

49 Temperature sensor (judging means)

401 Direct injection water tank (main tank)

402 The tank for freezing (heat insulation container)

403 Partition

S22 and S23 Heating control means

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-246052

(P2002-246052A)

(43) 公開日 平成14年8月30日 (2002.8.30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

データベース\*(参考)

X 5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-44192(P2001-44192)

(22) 出願日 平成13年2月20日 (2001.2.20)

(71) 出願人 591261509

株式会社エクス・リサーチ

東京都千代田区外神田2丁目19番12号

(72) 発明者 小林 康二

東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株

式会社エクス・リサーチ内

(72) 発明者 加藤 憲二

東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株

式会社エクス・リサーチ内

(74) 代理人 100095108

弁理士 阿部 英幸

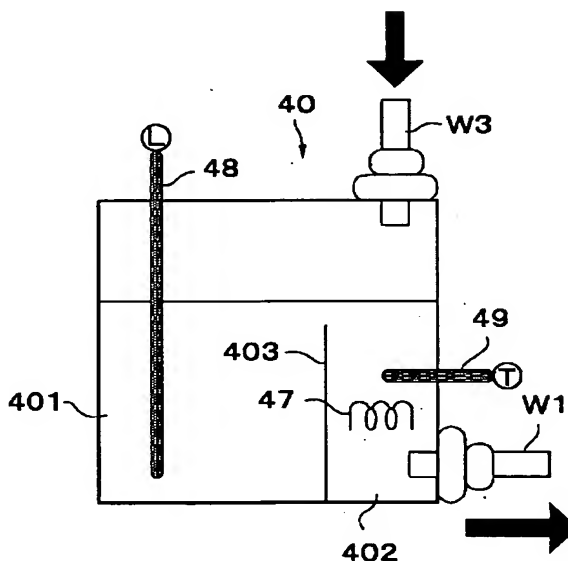
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池装置及びその起動方法

(57) 【要約】

【課題】 低温時、特に氷点下においても燃料電池への加熱液体水の供給により、燃料電池装置の迅速かつ安定した起動を可能とする。

【解決手段】 燃料電池装置は、燃料電池セルの酸素極通路に冷却水を熱媒体として液体の状態で通流させる水供給手段と、冷却水を回収し貯蔵する水タンク40とを含む冷却水の循環系を備える。水タンクは、メインタンク401と、該メインタンクより小容量の凍結用タンク402とから成り、該凍結用タンクに加熱手段47が配置された。低温時に燃料電池セルを液体の状態で暖めるために小容量の水の加熱又は保温で足りるため、起動が迅速化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 零下雰囲気における燃料電池装置の起動時に、水素燃料の供給に先立ち、予め非凍結状態に保たれた水を燃料電池電極の酸素極通路に流通させることを特徴とする燃料電池装置の起動方法。

【請求項2】 前記水の非凍結状態は、温度制御可能な断熱容器への貯蔵により保たれる、請求項1記載の燃料電池装置の起動方法。

【請求項3】 酸素極と燃料極とを備えた燃料電池装置において、前記酸素極のガス拡散層に面した酸素極通路と、該酸素極通路の酸素供給の上流側から下流側に熱媒体を液状の状態で供給する液体供給手段と、該液体供給手段の供給する液体を加熱する加熱手段と、前記燃料電池の加熱の必要の有無を判断する判定手段と、該判定手段により加熱の必要が判定された場合に、前記加熱手段により液体を加熱する加熱制御手段とを備えた燃料電池装置。

【請求項4】 燃料電池セルの酸素極通路に冷却水を液体の状態で通過させる水供給手段と、前記冷却水を回収し貯蔵する水タンクとを含む冷却水の循環系を備え、前記水タンクに加熱手段が設けられた燃料電池装置において、前記水タンクは、メインタンクと、該メインタンクより小容量の凍結用タンクとから成り、該凍結用タンクに前記加熱手段が配置されたことを特徴とする燃料電池装置。

【請求項5】 前記凍結用タンクは、水タンク内を区画する仕切りによりメインタンクと分離された、請求項4記載の燃料電池装置。

【請求項6】 前記メインタンクと凍結用タンクは、互いに独立したタンクで構成される、請求項4又は5記載の燃料電池装置。

【請求項7】 前記凍結用タンクは、断熱構造とされた、請求項6記載の燃料電池装置。

【請求項8】 前記凍結用タンクは、前記メインタンクの下流に配置された、請求項4～7のいずれか1項記載の燃料電池装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池装置及びその起動方法に関し、特に酸素極側を直接水冷する形式を採る燃料電池における冷却水の供給技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】燃料電池の一形式として、高分子固体電解質膜を用いるものがある。こうした形式の燃料電池では、電極を構成する燃料極と酸素極との間に高分子固体電解質膜が挟持され、酸素極と電解質膜との間に触媒を含む反応層が介在される。燃料電池では、燃料極側に水素で代表される燃料ガス、酸素極側に空気で代表される酸化ガスをそれぞれ供給することで、燃料極側で得られ

る水素イオンが水分を含んだ電解質膜中を酸素極側に移動し、燃料極側で得られた電子が外部負荷を経て酸素極側に移動して、酸化ガス中の酸素と反応して水を生成する電気化学反応の進行で、外部負荷に対する起電力が得られる。

【0003】こうした反応に際して、酸素極側に発生する熱が水分を蒸発させて水素イオンの移動を鈍らせるため、酸素極側を効率良く冷却することが燃料電池の発電能力を高めるのに重要である。このことから、従来、燃料電池セパレータ内に冷却用の溝を設け、該溝を冷却水の循環路に接続し、溝を流れる冷却水により燃料電池セルを冷却する技術がある。しかしながら、こうした冷却構成を採ると、冷却系の配管等の引き回しから装置の大型化が避けられない。そこで、出願人は、燃料電池セルの酸素極側に供給空気の流れに乗せて冷却水を供給することで、電池セルを収容する筐体内の水供給配管をなくして装置を小型化する技術の特開平11-317236号公報において提案している。この技術では、電解質膜を酸素極と燃料極とで挟持した構成のセルを複数重ねたスタックとし、このセルスタックを通る溝に送風ファンから送られる空気に水を混合させて供給する構成を採っている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、燃料電池装置の低温始動時において、前記のように供給される冷却水は、それがセルスタック部分に残留することで凍結し、燃料電池の始動を遅らせ、あるいは始動の妨げとなることが懸念される。また、低温時は燃料電池セルの電力効率が悪いと、セル温度が上昇するまでの間、出力が低くなってしまうことから、セル温度を迅速に上昇させるには、加温した冷却水を熱媒体とする加熱が有効である。こうした低温時の迅速な始動の面から従来技術を見ると、タンク内で冷却水を加熱して循環させるものがあるが、この形式では、大量の冷却水全体を暖めるのに時間がかかり、水の加熱に要する消費電力も多くなる。またセルに達する手前の循環路の凍結により早期の循環が妨げられることが懸念される。また、冷却水に不凍液を使う例もあるが、この場合、冷却水をセル温度の上昇手段に利用することはできない。更に別の例として、供給する空気に、水を加熱して得た水蒸気を混合して燃料電池に供給する形式を採るものもあるが、この場合、液体状の水供給に比べて、冷媒の密度、比熱、熱伝導率が低いと、急速な加熱を期待できない。

【0005】そこで本発明は、低温時、特に氷点下においても燃料電池への加熱液体水の供給により、燃料電池装置の迅速かつ安定した起動を可能とすることを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】前記の目的は、零下雰囲気における燃料電池装置の起動時に、水素燃料の供給に

10

20

30

40

50

先立ち、予め非凍結状態に保たれた水を燃料電池電極の酸素極通路に流通させる方法により達成される。

【0007】前記の方法において、水の非凍結状態は、温度制御可能な断熱容器への貯蔵により保たれるのが有効である。

【0008】また、前記の目的は、酸素極と燃料極とを備えた燃料電池装置において、前記酸素極のガス拡散層に面した酸素極通路と、該酸素極通路の酸素供給の上流側から下流側に熱媒体を液状の状態に供給する液体供給手段と、該液体供給手段の供給する液体を加熱する加熱手段と、前記燃料電池の加熱の必要の有無を判断する判定手段と、該判定手段により加熱の必要が判定された場合に、前記加熱手段により液体を加熱する加熱制御手段とを備えた構成により達成される。

【0009】前記の目的達成のためのより具体的な構成としては、燃料電池セルの酸素極通路に冷却水を液体の状態に通過させる水供給手段と、前記冷却水を回収し貯蔵する水タンクとを含む冷却水の循環系を備え、前記水タンクに加熱手段が設けられた燃料電池装置において、前記水タンクは、メインタンクと、該メインタンクより小容量の凍結用タンクとから成り、該凍結用タンクに前記加熱手段が配置された構成を採るのが有効である。

【0010】前記の構成において、凍結用タンクは、水タンク内を区画する仕切りによりメインタンクと分離された構成とすることができる。

【0011】あるいは前記の構成において、メインタンクと凍結用タンクは、互いに独立したタンクで構成するのも有効である。

【0012】前記の構成において、凍結用タンクは、断熱構造とすると更に有効である。

【0013】更に前記いずれかの構成において、凍結用タンクは、メインタンクの下流に配置された構成を採るのも有効である。

【0014】

【発明の作用及び効果】前記請求項1記載の構成では、通常時に水が供給される酸素極への直接の不凍結水の供給により、熱容量の大きな液状の水からの伝熱で、迅速に電極を加熱することができるため、燃料電池装置の零下雰囲気での起動を迅速化することができる。

【0015】更に、請求項2に記載の構成とすると、容器の断熱性により水の温度低下が防がれるため、容器内温度制御のための電力消費等のエネルギー消費を抑えることができる。

【0016】次に、請求項3に記載の構成では、燃料電池の酸素極通路に液体の状態に供給される熱媒体を、燃料電池の加熱の必要の有無に応じて加熱することで、燃料電池の温度条件を常に最適な状態に保つことができる。したがって、低温時にも加熱した熱媒体の酸素極通路への液体状態での供給により、熱容量の大きな液状からの伝熱で、迅速に電極を加熱することができるため、

燃料電池装置の起動を迅速化することができる。

【0017】次に、請求項4に記載の構成では、燃料電池セルの酸素極通路への直接の不凍結水の供給により、熱容量の大きな液状の水からの伝熱で、迅速に電極を加熱することができるため、燃料電池装置の起動を迅速化することができる。しかも、水タンク全体の水量に対して少量の水を加熱することで足りるため、起動を迅速化と併せて、加熱のためのエネルギー消費を少なくすることができる。

【0018】更に、請求項5に記載の構成とすると、冷却水の加熱に要する時間を短縮しながら、タンク全体の容量を増やす必要がないことから、装置の大型化を防ぐことができる。

【0019】また、請求項6に記載の構成とすると、凍結用タンクを別構造とすることで、該タンクのための保温構造の採用が可能となり、しかも水タンク全体の容量としては、特に増加させる必要がないため、装置の大型化も避けることができる。

【0020】そして、請求項7に記載の構成とすると、加熱のための冷却水が保温されるため、加熱時間が不用となり又は短縮されるため、燃料電池装置の起動の一層迅速化とエネルギー消費の削減が可能となる。

【0021】更に、請求項8に記載の構成とすると、タンク相互の位置関係で加熱水の供給後に自ずと冷却水の供給に切換わるため、起動運転から通常運転への切換え制御が単純化される。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。図1は本発明の一実施形態に係る燃料電池装置のシステム構成を示す。この装置は、燃料電池セルスタック（実施形態の説明において、セルスタックと略記する）1と、セルスタック1に燃料としての水素を供給する燃料供給系2と、同じくセルスタック1に酸化ガスとしての空気を供給する空気供給系3と、セルスタック1を含むシステムの各部に主として冷却のための水を供給する水供給系4とから構成されている。

【0023】セルスタック1は、セルモジュールを多数積層集合させたスタックとして構成されている。各セルモジュールは、図2に模式断面で示すように、固体高分子電解質11を燃料極12と酸素極13とで挟持したものを、更にカーボンブラックのセパレータ14、15で挟持した構成とされている。セパレータ14の燃料極12に面する側には、セパレータをその厚さ方向に貫通する孔14aを導入部とし、それにつながって交差する方向に延びる多数の水素ガス導入溝14bが形成され、セパレータ15の酸素極13に面する側には、セパレータの縁部を導入部とする多数の空気導入溝15aが形成されている。こうした構成からなる板状の各セルモジュールは、空気導入溝15aを上下方向に向け、板を立てた状態で板厚方向に多数積層させた形態で複数のブロック

に分けて、その収容部としての筐体内に収容配置されている。そして、積層により連続する孔とされた燃料極12側の導入部が、図1に示す燃料供給系2の後記する燃料供給路Hに連通され、酸素極13側の導入部は、酸素極通路として筐体内に開放されて空気供給路Aにつながる。

【0024】図1に略号V、vで示す要素18は、電圧センサ及びモジュール電圧センサを示し、前記各ブロックにおける電圧センサとモジュール電圧センサの接続関係は、図3に示すようになされている。すなわち、電圧センサVは、各ブロック10ごとにシリーズ接続されたセルモジュール全体の起電電圧を検出すべく、ブロック10両端のセルモジュールの燃料極と酸素極とに接続されている。また、モジュール電圧センサvは、複数のセルモジュールを1組とする単位ユニットの起電電圧を検出すべく、各単位ユニットの両端の燃料極と酸素極とに接続されている。

【0025】燃料供給系2は、燃料としての水素を吸蔵させる水素吸蔵合金を貯蔵部20として構成され、該貯蔵部20とセルスタック1をつなぐ燃料供給路Hの途中に、セルスタック1への供給圧を調節する水素調圧弁21と、供給遮断を制御する水素供給電磁弁22が直列に介挿されている。この燃料供給路Hには、更に水素吸蔵合金に水素を補給する補給路（図示せず）が別途接続されている。なお、図に略号Pで示す要素23は、水素調圧弁21による調圧後のガス圧すなわちセルスタック1に加わる水素元圧を計測する水素元圧センサである。この燃料供給系2に関連して、セルスタック1にはそれから必要に応じて水素を抜くための水素排気路Eが設けられ、その途中に、排気路開閉のための水素排気電磁弁27と、外気の吸込みを防ぐ水素排気逆止弁28とが介挿されている。この水素排気電磁弁27は間欠的に駆動させて無害化されたガスを排出すべく設けられており、この無害化のために、排気路E内には、燃焼手段としての図示しない触媒燃焼器が配され、セルスタック1から排出された水素と外部から導入される空気とを触媒燃焼させる構成が採られている。

【0026】空気供給系3は、外気を空気マニホールド33を経てセルスタック1に送り込む空気供給ファン32を配置した導入路Aを備える構成とされ、セルスタック1通過後の空気が図示しないダクトを経て水凝縮器60に入り、更に図示しない排気ダクトを経て外気に放出される経路とされている。なお、図に略号Tで示す要素19は、セルスタック1通過後の空気の温度を検出する排気温度センサである。

【0027】水供給系4は、水タンク40を中心として、該水タンク40から水噴射ポンプ41により送り出される水を、空気マニホールド33に水噴射ノズル42により供給し、かつ、セルスタック1で回収及び生成された水と、水凝縮器60での凝縮により生じた水を直接

水タンク40に戻す循環路で構成されている。循環路の供給側を構成する水噴射ポンプ41から水噴射ノズル42に至る水路Wの途中には、噴射量を調節する図示しない直噴水電磁弁と、ノズル42の詰りを防止するためのフィルタが介挿されている。循環路の回収側は、セルスタック1から水タンク40に戻る図示しない水路と、水凝縮器60から電磁弁43を経て水タンク40に戻る水路とで構成されている。なお、図示を省略するが、水タンク40へ水を補給するための給水口と給水電磁弁が別途配設されている。

【0028】燃料電池装置の出力系5は、セルスタック1からリレー51及びダイオード52を経てモータ53につながる導線で構成されている。このシステムでは、燃料電池装置の空気供給ファン32、水凝縮器60のファン、水噴射ポンプ41、水タンク40の後記する伝熱ヒータ、各種電磁弁等の付帯設備の駆動電源として、更に燃料電池装置故障時のモータ53駆動電源確保のために、蓄電池からなる2次電池54が設けられており、2次電池54は出力導線とアースとの間に介挿され、燃料電池に対して並列に接続されている。

【0029】こうした構成からなる燃料電池システムでは、図示しない前記補給路を介する水素ガスの供給で、水素吸蔵合金への水素の吸蔵が行われる。また、水供給系4への水の供給は、同じく図示しない補給路から水タンク40へ水を供給することにより行われる。そして、通常の発電状態では、水素供給電磁弁22を開いて、水素調圧弁21による調圧下で水素吸蔵合金に吸蔵させた水素をセルスタック1に供給する一方、空気供給ファン32を起動させて、空気マニホールド33経由でセルスタック1に空気を送り込む操作が行われる。この発電状態で、必要に応じて連続又は間歇的に水供給系4の水直噴ポンプ41を運転して水噴射ノズル42から空気マニホールド33内に水を噴射させることで、セルスタック1の冷却が行われる。

【0030】上記のようにしてセルスタック1に送り込まれ、セルスタック1で加熱された空気と水蒸気状態の水は、そこを抜けた後、水凝縮器60に導かれ、乾燥状態の空気と凝縮水とに分けられ、乾燥状態の空気は外気に放出され、凝縮水は開放状態の電磁弁43を経て水タンク40に戻る。また、液状のままセルスタック1を抜けた水は、直接水タンク40に戻る。

【0031】図4は前記燃料電池装置の水タンク部分の構造を模式化して示す。水タンク40は、メインタンクを構成する直噴水タンク401と、低温時の冷却水温度を制御する凍結用タンク402とを備える。凍結用タンク402は、直噴水タンク401より小容量とされ、その内部に冷却水温度を制御する加熱手段として電熱ヒータ47が配置されている。この形態では、凍結用タンク402は、水タンク40内を区画する堰状の仕切り403により直噴水タンク401と分離されている。そし



て、水タンク40の上部に水凝縮器60に電磁弁43（図1参照）を経てつながる冷却水の戻り管W3の出口が開閉し、凍結用タンク402の電熱ヒータ47より下方にポンプ41につながる供給管W1の入口が開閉している。水タンク40内の水位レベルを検出する水位センサ48は、直噴水タンク401側に配置され、水温を監視する加熱の必要の有無の判定手段としての温度センサ49は、凍結用タンク402側に配置されている。

【0032】次に、こうした構成からなる燃料電池装置の起動制御について説明する。まず、図5は起動のメインフローを示す。このフローは、車載の装置を想定していることから、ステップS1の車両のキーオン操作により開始するものとされ、以下、ステップS2の始動時空気、水供給制御と、ステップS3の水素圧判定制御と、ステップS4の始動時水素供給制御を実行するものとされている。

【0033】次に示す図6は、ステップS2の始動時空気、水供給制御の内容を詳細に示す。この制御では、当初のステップS21で、温度センサ49（図4参照。以下同様に各要素については図1及び図4参照）の情報に基づき、タンク内の冷却水温度を判定する。この判定での基準値は、0°Cとされており、この温度基準を超える場合は、ステップS24以降の通常の始動制御を実行する。この判断が不成立のときに、ステップS22により凍結用タンク内のパイプヒータ47をオンとし、冷却水の加熱を開始し、次のステップS23により冷却水温度を監視する。これら2つのステップは、本発明における加熱制御手段を構成する。この場合の判定基準値は、例えば3°Cとされる。こうして冷却水の加熱を継続し、判断が成立となったところで、ステップS24により空気供給ファン32のオンによりセルスタック1への空気供給を開始する。次のステップS25は、水位センサ48で監視する水タンク内の水位が低下したときに運転を停止するためのものである。この判定の基準値は、例えば最大容量の10%の水量に対する水位とされる。

【0034】次に、前記のステップS25による水位判断の成立を条件として、ステップS26により直噴水ポンプをオンとし、先のステップS24によるセルスタック1への空気供給の流れ中にノズル42から水を噴射する。こうしてセルスタック1を暖めながら、次のステップS27により、排気温度センサ19の検出温度を基に排気温度の監視を行なう。この場合の判定基準値は、例えば0°Cとされる。ステップS27の温度判断が成立したところで、冷却水の役割を加熱の熱媒体から冷却の冷媒に切り替えるべく、ステップS28により凍結用タンク内のヒータをオフとする処理を行ない、次いでステップS29によりポンプをオフとして冷却水の供給も一時停止させる。この処理は、加温かつ一通り電極を濡らすに十分な水量、例えば100cc程度を供給する主旨のものである。

【0035】前記の制御によりセルスタック1の温度条件が調ったところで、次に水素圧判定制御を行なう。図7に示すこの制御は、システムの故障による事故を回避する主旨のものである。水素圧判定制御の当初のステップS31では、水素排気弁27を所定時間開き、その時間内にステップS32により水素供給弁22を開いてセルスタック1に水素を供給する処理を行う。この処理は、燃料供給路Hに残留する空気を水素ガスでバージするためのものである。本例ではこの時間を3秒に設定し、次のステップS33でこの時間経過を判定している。こうして時間経過が確認されると、ステップS34により水素排気弁を閉じ、ステップS35で水素元圧センサ23が検出する圧力により、水素元圧が所定の圧力範囲にあるか否かを判断する。この判断で水素元圧が所定値（20kPa）以下の場合には、シール不良等でガスが漏れている可能性があり、所定値（90kPa）以上の場合には、圧力で電解質膜が破壊される可能性があるため、運転を停止する。前記ステップS35の判断が成立となると、ステップS36により一旦水素供給弁22を閉じる。この状態で次のステップS37により所定時間（本例において10秒）の経過を待つ。この処理は、密閉されている中で、水素圧の変化を測定するためのものである。この時間経過後に、次のステップS38により再度水素元圧センサが検出する圧力により水素元圧を判定する。このステップでの判定は、元圧が所定圧を超えているか否かの判定であり、この値が下がってしまった場合には、セルモジュールでの電解反応の他に電解質膜の劣化によるリークの可能性が考えられる。そこで、この判断の不成立時にも運転を停止する。こうして水素圧判定制御が終わると、次の始動時水素供給制御に移行する。

【0036】始動時水素供給制御では、図8に示すように、ステップS41により水素供給弁を開き、次のステップS42で時間経過監視のためのタイマをスタートさせる。次いで、ステップS43により水素排気弁27を開き、更に次のステップS44で第一の電圧条件を満たしたか否かの判断を行なう。

【0037】ここで、このステップS44の第一の電圧条件判断を行なう趣旨は、セルスタックの状態を全体的かつ詳細に確認することにある。この趣旨に沿い、本実施形態では、以下の3条件全ての成立を以って第一の電圧条件成立とする。

①セルスタック10の電圧>所定電位

②単位ユニットU1の電圧>所定電位

③単位ユニットU2～U5の電圧>所定電位

上記①の条件は、全体のモニターを意図し、②は特定のセルのモニターを意図し、③は全体の詳細なモニターを意図する。したがって、単位ユニットU1には、水素供給路（配管及びセパレータの水素ガス導入溝）の構造上の関係から特に水素が行き渡りにくい単位ユニットを選

10

20

30

40

50

択する。

【0038】この判断が順当に成立した場合は、定常運転により燃料電池発電開始となる。ステップS44の判断が不成立の場合には、ステップS45の時間経過判断（1秒）に進み、今度はステップS46により水素排気弁27を閉じ、この状態でステップS47により先のステップS44と同様の判断を行なう。この判断が成立となると、定常運転により燃料電池発電開始となる。この判断が不成立の場合には、次のステップS48のタイマ判断成立まで第一の電圧条件を満たしたか否かの判断を繰り返す。この判断が不成立のまま所定時間（2秒）を経過したときは、先のステップS42に戻り、以下以降のステップを繰り返す。こうして定常運転により燃料電池発電開始に移行しないままにステップS42のタイマ（本例において60秒）が経過した場合には、運転を停止する。なお、このタイマは、水素配管経路中の空気をバージするに十分な時間であり、かつ早計な判断で異常判定を誤るのを防ぐに十分な時間として設定される。

【0039】次の図9に示すフローは、定常運転時の水供給フローを示す。この場合、当初のステップS51の燃料電池排気温度判断により冷却水の加熱の要否を峻別する。この場合の判断基準も先の場合と同様に例えば0°Cを超える温度とする。ステップS51の排気温度判断が不成立で、冷却水の加熱を必要とする場合は、ステップS53に進み、凍結用タンク内ヒータをオンとし、次のステップS54により冷却水温度の所定値までの上昇を監視する。この場合の判断基準も先の場合と同様に例えば3°Cを超える温度とする。こうして温度上昇が確認されると、ステップS55による第2の燃料電池排気温度判断に移行する。

【0040】一方、前記ステップS51の燃料電池排気温度判断により冷却水の加熱が不要となった場合には、ステップS52で凍結用タンク内ヒータをオフとし、次のステップS55に進む。ステップS55の第2の燃料電池排気温度判断では、排気の上限を定める所定値との比較を行なう。この場合の値は、例えば50°C未満とする。この判断が成立のときには、ステップS56に進み、直噴水ポンプを所定時間オンとした後、所定時間オフとする処理を実行する。この場合のオンの所定時間は、例えば3秒とし、オフの所定時間は10秒とする。そして、この処理は前記ステップS55の判断成立の条件下で、次のステップS57の停止信号入力判断が成立するまで継続される。また、前記ステップS55の第2の燃料電池排気温度判断が不成立の場合には、ステップS58により更に高い上限温度との比較を行なう。この場合の上限温度は、例えば70°C未満とする。そしてこの判断が成立の場合には、ステップS59により直噴水ポンプをオンとし、冷却水を連続供給状態とする。この処理も前記ステップS55の判断不成立かつステップS58の上限温度判断成立の条件下で、次のステップS

60の停止信号入力判断が成立するまで継続される。前記いずれの場合も停止信号入力判断が成立するとステップS61により直噴水ポンプをオフとし、運転を停止させる。

【0041】前記各フローを総合して分かるように、冷却水の供給は、排気温度が凍結判断値（0°C）以下の場合には、凍結用ヒータのオンで冷却水温度を所定温度（3°C）より高くして供給し、凍結判断値（0°C）を超える第1上限温度（50°C）未満の温度範囲では加熱を行わずに冷却水を間歇供給とし、第1上限温度（50°C）以上で第2上限温度（70°C）未満の範囲では連続供給とし、第2上限温度（70°C）以上の場合には停止する制御が行われる。

【0042】かくして第1実施形態によれば、燃料電池セルの酸素極13表面への直接の不凍結水の供給により、熱容量の大きな液状の水からの伝熱で、迅速に電極を加熱することができるため、燃料電池装置の起動を迅速化することができる。しかも、水タンク40全体の水量に対して少量の水を加熱することで足りるため、起動を迅速化と併せて、加熱のためのエネルギー消費を少なくすることができる。更に、冷却水の加熱に要する時間を短縮しながら、水タンク40全体の容量を増やす必要がないことから、装置の大型化を防ぐことができる。

【0043】次に、図10は水タンク部分の構成を変更した第2実施形態を示す。この形態では、水タンク40内において凍結用タンク402は隔壁状の仕切り403により直噴水タンク401に対して完全に分離されている。そして、この変更に伴い、凍結用タンク402内の水位を別途計測する必要から、水位センサ48'が追加されている。また、凍結用タンク402には専用の供給管W1'が設けられ、これが供給管W1に合流する連結関係とされている。なお、図には凍結用タンク402に対する補給路が示されていないが、この補給路については、凍結用タンク402専用のものを設けてもよいし、直噴水タンク401から凍結用タンク402への流入のみを許容する逆止弁を介して凍結用タンク402を直噴水タンク401に連結することで補給路としてもよい。

【0044】次に、図11は水タンク部分の構成を更に変更した第3実施形態を示す。この形態では、水タンク40は完全に独立する直噴水タンク401と凍結用タンク402で構成されている。更にこの形態では、凍結用タンク402は中間に断熱材を介在させた二重壁、壁間部を真空とした魔法瓶状等の断熱構造とされている。また、凍結用タンク402は直噴水タンク401に対して下流側につながる直列の配列とされている。したがって、戻り管W3が直噴水タンク401の上部に接続され、直噴水タンク401と凍結用タンク402は連絡路W4で接続され、凍結用タンク402の下部が供給管W1で電磁弁42（図1参照）に接続されている。なお、凍結用タンク402の補給路W5は、専用のものを設け

てもよいし、戻り管W3から分岐したものとしてもよい。

【0045】こうした第2及び第3実施形態の水タンク構成を採る場合、始動時空気、水供給制御は図12に示すフローに変更される。この場合、直噴水タンクと凍結用タンクが独立することから、凍結用タンク内の水が所定温度に達した後は加熱の必要がなくなるので、第1実施形態におけるステップS28の処理は、ステップS28'の処理に移される。また、第1実施形態におけるステップS27の処理はそのままとしてもよいが、処理を簡略化する意味で、ステップS27'のタイマ判断に置換えられる。その余の処理については、前記第1実施形態の場合と同様であるので、該当するステップに同様のステップ番号を付して説明に代える。

【0046】かくしてこれら第2及び第3実施形態によれば、凍結用タンク402を別構造とすることで、該タンクのための保温構造の採用が可能となり、しかも水タンク40全体の容量としては、特に増加させる必要がないため、装置の大型化も避けることができる。そして、特に第3実施形態の水タンク構成を採る場合、加熱のための冷却水が保温されるため、加熱時間が不要となり又は短縮され、燃料電池装置の起動の一層迅速化とエネルギー消費の削減が可能となる。また、凍結用タンク402の水量を使い尽くしたときに自動的に直噴水タンク401からの補給状態となるため、起動運転から通常運転への切換え制御が単純化される。

【0047】以上、本発明を専ら冷却水を水タンクに回収して循環させる形式の実施形態を参照して詳述したが、本発明はこの形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載の事項に基づき、更に種々の改変が可能である。例えば、加熱用の水については、寒冷起動専用として非循環状態に断熱容器に保持しておくこともできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る燃料電池装置のシマ

\* ステム構成図である。

【図2】燃料電池装置の各セルの構造を示す模式断面図である。

【図3】燃料電池装置のセルスタックと起電力の関係を示す模式図である。

【図4】燃料電池装置の水タンクの詳細を示す模式断面図である。

【図5】燃料電池装置起動のメインフローを示すフローチャートである。

10 【図6】始動時空気、水供給制御のフローチャートである。

【図7】始動時水素圧判定制御のフローチャートである。

【図8】始動時水素供給制御のフローチャートである。

【図9】定常運転時水供給制御のフローチャートである。

【図10】本発明の第2実施形態に係る燃料電池装置の水タンクの詳細を示す模式断面図である。

20 【図11】本発明の第3実施形態に係る燃料電池装置の水タンクの詳細を示す模式断面図である。

【図12】第2実施形態及び第3実施形態における始動時空気、水供給制御のフローチャートである。

【符号の説明】

1 セルスタック（燃料電池セル）

4 水供給手段

12 燃料極

13 酸素極

15a 空気導入溝（酸素極通路）

40 水タンク

30 47 バイブヒータ（加熱手段）

49 温度センサ（判定手段）

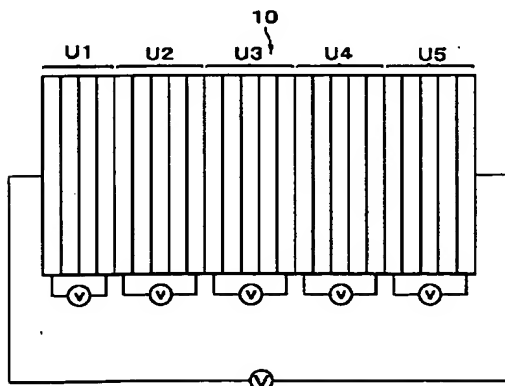
401 直噴水タンク（メインタンク）

402 凍結用タンク（断熱容器）

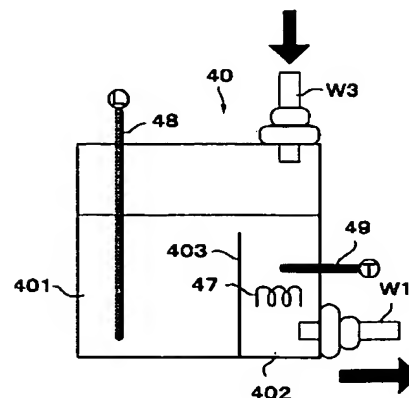
403 仕切り

S22, S23 加熱制御手段

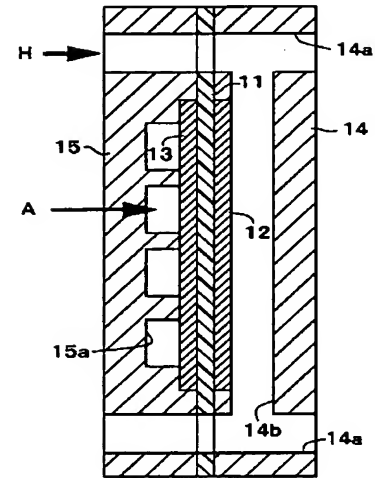
【図3】



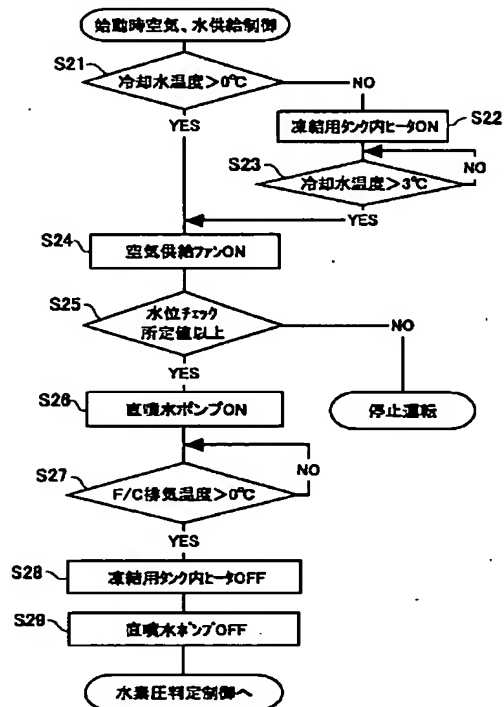
【図4】



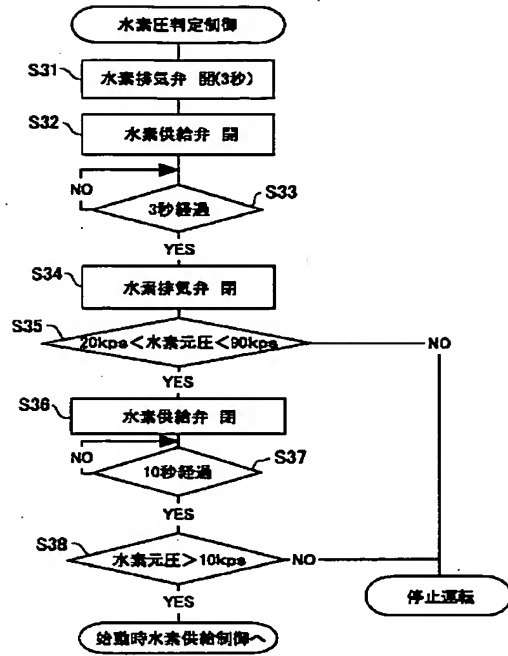
【図 2】



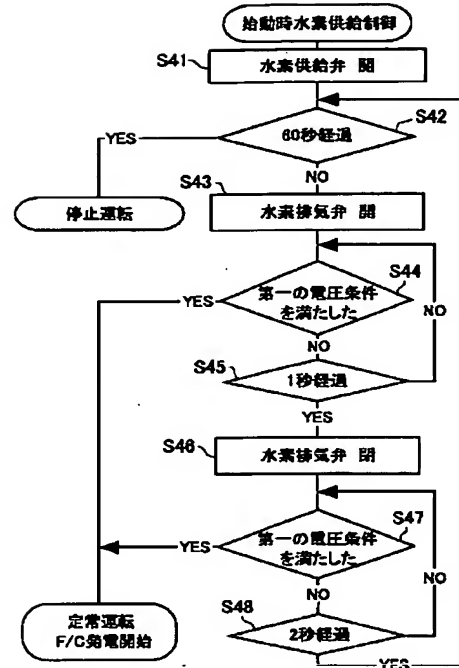
【図6】



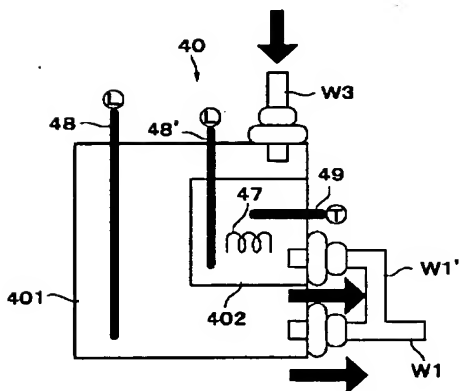
【図7】



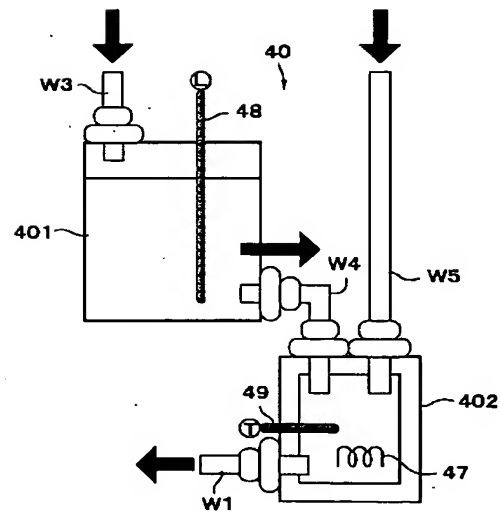
【図8】



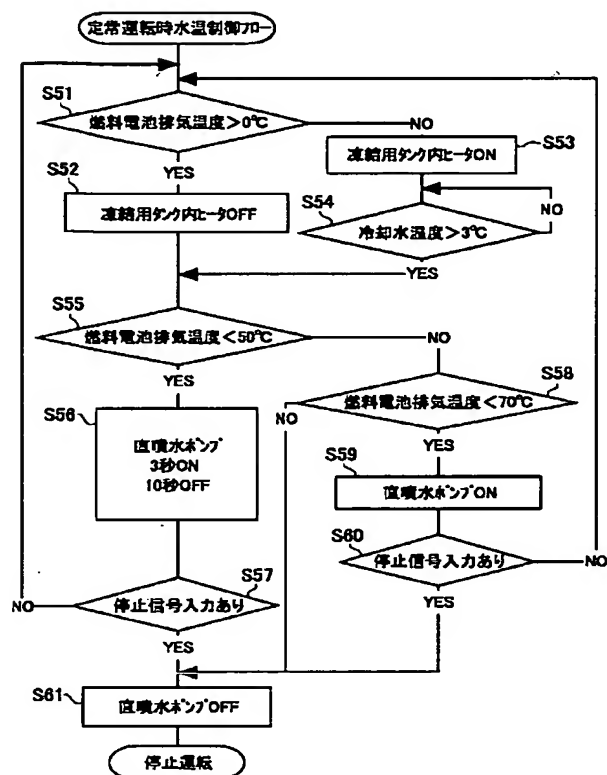
【図10】



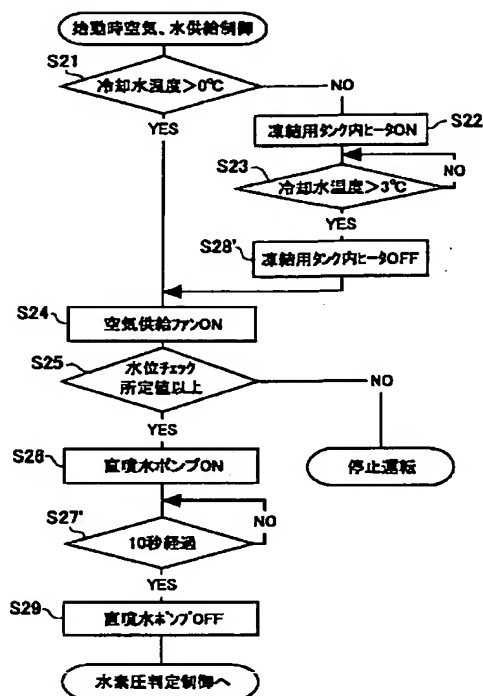
【図11】



【図9】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 上野 正隆  
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクス・リサーチ内

Fターム(参考) 5H027 AA02 BA14 BC20 CC06 KK46  
MM16